

DERWENT-ACC-NO: 1981-C4559D

DERWENT-WEEK: 198112

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Composite piezoelectric transducer and resonator
- has one or more piezoelectric plates soldered on each
face of metal strip, opposing plates being staggered wrt
one another

INVENTOR: DUCHET, C

PATENT-ASSIGNEE: CIE GEN ELECTRICITE SA[COGE]

PRIORITY-DATA: 1979FR-0013787 (May 30, 1979)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES MAIN-IPC		
FR 2458151 A	January 30, 1981	N/A
N/A		000

INT-CL (IPC): H01L041/08

ABSTRACTED-PUB-NO: FR 2458151A

BASIC-ABSTRACT:

A piezoelectric resonator or transducer device resonant in a single mode comprises a metal strip (2) of, for e.g an alloy such as Durinvol (RTM), Elinvar (RTM) or Thermelast (RTM) with a respective piezoelectric plate (4,6) covering half of the upper and lower surface of the strip, the plates extending from opposite ends of the strip.

Each plate is metallised with e.g Ni-Cr-Au to allow electrical connection to one of two terminals (10,12), the other being connected to the strip. With a piezoelectric plate of lithium niobate 0.5mm thick, 22mm long and 3mm wide on a 3mm thick strip 44mm by 3mm and 1 micrometre thick metallisation a resonant frequency of 55 KHz in a lengthwise mode is obtd. without parameter degradation. A bending mode function provides a resonant frequency of 8KHz.

TITLE-TERMS: COMPOSITE PIEZOELECTRIC TRANSDUCER RESONANCE ONE MORE
PIEZOELECTRIC PLATE SOLDER FACE METAL STRIP OPPOSED PLATE
STAGGER
ONE

DERWENT-CLASS: V06

EPI-CODES: V06-K02; V06-L01;

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 458 151

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 13787

(54) Dispositif piézoélectrique composite résonnant sur un seul mode, notamment à basse fréquence.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ⁷). H 01 L 41/08.

(22) Date de dépôt..... 30 mai 1979, 14 h 40 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 52 du 26-12-1980.

(71) Déposant : COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE, société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : Christian Duchet.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Pierre Picard, SOSPI,
14-16, rue de la Baume, 75008 Paris.

L'invention concerne un dispositif piézoélectrique composite résonnant sur un seul mode, notamment à basse fréquence.

Un tel dispositif peut être un transducteur ou un résonateur : Un transducteur piézoélectrique convertit l'énergie électrique en énergie mécanique et réciproquement. Il possède au moins un accès électrique et un accès mécanique. Lorsque l'accès mécanique n'est pas utilisé, un transducteur devient un résonateur.

Un résonateur piézoélectrique peut toujours, autour de la fréquence de résonance, être représenté par un circuit à quatre éléments (L_1 : inductance, C_1 : capacité en série avec L_1 , R_1 : résistance en série avec L_1 , C_0 : capacité en parallèle avec le circuit L_1 , C_1 , R_1).

Les caractéristiques électriques du résonateur sont entièrement déterminées par la connaissance des éléments C_0 , L_1 , C_1 et R_1 ou par les quantités f_r , k , C_0 , Q avec

$$\begin{aligned} 15 \quad Pr &= 2 \pi f_r & (Pr : \text{pulsation de résonance} \\ & & (f_r : \text{fréquence de résonance,} \\ Pr^2 &= \frac{1}{L_1 C_1} & (\pi : \text{rapport du périmètre au diamètre} \\ & & \text{du cercle}) \\ k^2 &= \frac{C_1}{C_0} \text{ voisin de } \frac{2(f_a - f_r)}{f_r} & (k : \text{facteur de couplage électromécanique,} \\ & & (f_a : \text{fréquence d'antirésonance}) \\ Q &= \frac{Pr L_1}{R_1} & (Q : \text{Facteur de qualité.}) \end{aligned}$$

Le facteur de couplage k^2 est une caractéristique importante car il indique la largeur maximale de la bande passante relative qui peut être réalisée quand les résonateurs sont utilisés dans des filtres électriques.

Une caractéristique importante d'un résonateur est le coefficient de température de la fréquence de résonance (C.T.F.) défini par

$$CTF = \frac{1}{f_r} \frac{df_r}{dT} \quad (\text{en } ^\circ \text{C}^{-1})$$

25 où T est la température.

Le niveau d'impédance d'un résonateur est déterminé par $Pr L_1$ qui s'écrit

$$Pr L_1 = \frac{1}{Pr C_0 k^2}$$

A fréquence donnée le niveau d'impédance dépend de C_0 et de k^2 .

30 Il existe une grande variété de résonateurs utilisant de nombreux

modes de vibration. En basse fréquence deux classes importantes sont celles des structures vibrant en mode longitudinal avec excitation transversale et celle des structures vibrant en flexion, également avec excitation transversale.

- 5 Les caractéristiques électriques du résonateur sont déterminées par ses dimensions et ses propriétés piézoélectriques. On peut prendre l'exemple d'un résonateur parallélipédique simple à vibration longitudinale et excitation transversale et dont l'épaisseur est e_p (distance entre les deux électrodes minces), la largeur w_p et la longueur l_p .

- 10 Il vient

$$fr = \frac{c_p}{2 l_p}$$

où c_p est la vitesse de propagation de l'onde acoustique dans le matériau piézoélectrique

$$k^2 = \frac{8}{\pi^2} \frac{k_{31}^2}{1 - k_{31}^2}$$

- 15 où k_{31} est le facteur de couplage du matériau piézoélectrique pour la direction d'excitation 3 (épaisseur) et la direction de déplacement 1 (longueur)

$$Co = E_{33}^t (1 - k_{31}^2) \frac{w_p}{e_p}, \quad (E_{33}^t \text{ désignant la constante diélectrique du matériau dans les conditions considérées.})$$

- 20 On sait aussi réaliser un résonateur composite constitué par un assemblage rigide d'un matériau piézoélectrique et d'un métal (ou d'un autre matériau). Un tel résonateur présente l'avantage de pouvoir être compensé en température, c'est-à-dire de permettre, en ce qui concerne l'influence de la température sur la fréquence de résonance, de compenser les variations dues au matériau piézoélectrique par celles dues au métal.

Un bon résonateur est caractérisé par :

- 25 - Q grand
- CTF faible
- k^2 grand
- Pr L1 petit.

- 30 Les résonateurs simples en quartz possèdent les deux premières caractéristiques mais pas les deux dernières..

Avec des résonateurs composites il est possible d'avoir ces quatre

caractéristiques.

Le niobate de lithium de coupe 47°Y possède un grand facteur de couplage k_{31} (avantage) et un fort CTF négatif (inconvenient).

Par son association à un métal, de CTF opposé, il est possible d'avoir
5 un résonateur composite compensé en température tout en ayant un facteur de couplage important.

Une structure composite est de fabrication plus complexe qu'une structure simple mais elle présente une grande souplesse dans les performances et dans la réalisation.

10 Selon la disposition adoptée un résonateur peut présenter des modes de flexion et des modes longitudinaux (ou "d'extension").

Les dispositifs connus présentent l'inconvénient que leur fréquence ne peut pas descendre au-dessous de certaines valeurs sans diminuer trop fortement les facteurs de couplage (c'est-à-dire notamment la largeur de
15 bande d'un filtre). Ces valeurs sont par exemple 100 kHz en élongation et 40 kHz en flexion. On ne peut descendre au-dessous qu'en augmentant la longueur du seul métal, au détriment du facteur de couplage.

Si, pour conserver un bon facteur de couplage on veut augmenter aussi la longueur du matériau piézoélectrique on est limité par la longueur des
20 plaquettes disponibles. De plus, lorsqu'on est amené ainsi à choisir la plus grande longueur disponible de ces plaquettes, le prix de la plaquette devient gênant.

Ce prix est surtout gênant lorsque pour obtenir une structure fonctionnant sur un seul mode, soit de flexion soit d'élongation, (extension) on dispose
25 une plaquette piézoélectrique sur chacune des deux faces d'une lame métallique, le sens des polarisations des deux plaquettes et du signal électrique qui leur est appliqué déterminant le mode de fonctionnement.

Il faut en effet dans ce cas utiliser deux plaquettes, et, si on désire un bon facteur de couplage on est conduit, selon les dispositions connues,
30 à donner à chacune de ces plaquettes la même longueur qu'à la lame métallique.

La présente invention a pour but la réalisation d'un dispositif piézoélectrique composite résonnant sur un seul mode notamment à basse fréquence permettant d'abaisser le coût de fabrication sans diminuer le facteur de couplage, et en conservant une bonne compensation en température.

35 Elle a pour objet un dispositif piézoélectrique composite résonnant sur un seul mode, notamment à basse fréquence, comportant :

- une lame métallique présentant une longueur ,
- des plaquettes piézoélectriques soudées chacune par une face, sur les deux faces de cette lame,

- des métallisations sur les faces opposées de ces plaquettes
- des bornes de connexion pour connecter à l'extérieur d'une part cette lame et d'autre part ces métallisations,
caractérisé par la fait que les plaquettes piézoélectriques ont une longueur
5 inférieure à celle de la lame métallique, la ou les plaquettes soudées sur
une face de cette lame étant décalées selon la direction longitudinale par
rapport aux plaquettes soudées sur l'autre face de la lame de manière que
la plus grande part de la longueur de la lame laissée libre par la ou les
plaquettes soudées sur une face soit occupée par la ou les plaquettes soudées
10 sur l'autre face, et que la plus grande part de la longueur de la lame occupée
par la ou les plaquettes soudées sur une face soit laissée libre par la
ou les plaquettes soudées sur l'autre face.

A l'aide des figures schématiques ci-jointes, on va décrire ci-après,
à titre non limitatif, comment l'invention peut être mise en oeuvre. Il
15 doit être compris que les éléments décrits et représentés peuvent, sans
sortir du cadre de l'invention, être remplacés par d'autres éléments assurant
les mêmes fonctions techniques.

La figure 1 représente une vue en perspective d'un premier mode de
réalisation de l'invention fonctionnant en mode d'extension.

20 La figure 2 représente une vue en perspective d'un deuxième mode de
réalisation de l'invention fonctionnant en mode de flexion.

Le dispositif selon le premier mode de réalisation de l'invention
est un résonateur qui fonctionne en mode d'élongation.

Il est constitué par une lame métallique dont la longueur s'étend
25 de gauche à droite, la largeur d'avant en arrière et l'épaisseur de bas
en haut. Sur toute la largeur de ses faces supérieure et inférieure ont
été soudées deux plaquettes de matériau piézoélectrique, la plaquette supé-
rieure 4 occupant la moitié gauche de la longueur de la face supérieure
et la plaquette inférieure 6 occupant la moitié droite de la longueur de
30 la face inférieure. Les sens de polarisation des deux plaquettes sont repré-
sentés par des flèches P. Ces sens sont opposés dans ce premier mode de
réalisation de l'invention de manière à obtenir un fonctionnement en mode
d'élongation.

Les faces extérieures 8 de ces plaquettes sont métallisées comme connu.

35 Le réseau extérieur est relié au dispositif par les bornes 10 et 12,
connectées respectivement l'une aux métallisations extérieures 8 des plaquettes
4, l'autre à la lame 2.

A titre d'exemple plus particulier on peut donner les précisions suivantes

- composition de la lame 2 - Alliages thermocompensables connus sous les
40 marques Durinval, Elinvar, Thermelast.

- son épaisseur : 3 mm
- sa largeur : 3 mm
- sa longueur : 44 mm
- composition des plaquettes piézoélectriques : niobate de lithium
- 5 - leur épaisseur : 0,5 mm
- leur largeur : 3 mm
- leur longueur : 22 mm
- nature de la soudure : Pb - Sn
- nature de la métallisation des faces 6 : Ni-Cr-Au
- 10 - son épaisseur : 1 micromètre
- fréquence de résonance en élongation : 55 kHz

Si l'on désire réaliser un quadripôle, ou plus généralement un multipôle (pour constituer par exemple une cellule d'un filtre), il est possible de prévoir, sur les faces extérieures des plaquettes 4 et 6, des bandes longitudinales étroites non métallisées de manière à laisser subsister plusieurs bandes longitudinales métallisées isolées les unes des autres, les bandes occupant les mêmes parties de la largeur de la lame métallique sur les deux plaquettes 4 et 6. La lame métallique constitue alors une masse commune, les bandes métallisées qui se succèdent dans la largeur du dispositif étant connectées à des bornes distinctes.

Ce qui vient d'être dit pour le premier mode de réalisation de l'invention est identiquement vrai pour le deuxième mode de réalisation représenté sur la figure 2 à l'exception du fait que, dans ce deuxième mode, les sens de polarisation des deux plaquettes piézoélectriques sont les mêmes de manière à obtenir un fonctionnement en mode de flexion, à une fréquence propre de ...8...kHz. Par rapport à la figure 1 les numéros de référence ont été augmentés de 100. Bien évidemment le fonctionnement en mode de flexion pourrait aussi être obtenu avec les sens de polarisation opposés des plaquettes 4 et 6 du premier mode de réalisation, de même que le fonctionnement en mode d'élongation pourrait être obtenu avec les sens de polarisation identiques des plaquettes 104 et 106, à condition de modifier le circuit électrique de manière à appliquer des signaux en opposition de phase entre d'une part la métallisation extérieure de la plaquette supérieure ou la lame métallique et, d'autre part entre la métallisation extérieure de la plaquette inférieure et la lame métallique. Mais une telle disposition semble généralement peu avantageuse.

REVENDEICATIONS

- 1/ Dispositif piézoélectrique composite résonnant sur un seul mode, notamment à basse fréquence comportant :
- une lame métallique (2) présentant une longueur,
 - 5 - des plaquettes piézoélectriques (4, 6) soudées, chacune par une face, sur les deux faces de cette lame,
 - des métallisations (8) sur les faces opposées de ces plaquettes,
 - des bornes de connexion (10, 12) pour connecter à l'extérieur d'une part cette lame et d'autre part ces métallisations,
- 10 caractérisé par le fait que les plaquettes piézoélectriques (4, 6) ont une longueur inférieure à celle de la lame métallique (2), la ou les plaquettes soudées sur une face de cette lame étant décalées selon la direction longitudinale par rapport aux plaquettes soudées sur l'autre face de la lame de manière que la plus grande part de la longueur de la lame laissée libre
- 15 par la ou les plaquettes soudées sur une face soit occupée par la ou les plaquettes soudées sur l'autre face, et que la plus grande part de la longueur de la lame occupée par la ou les plaquettes soudées sur une face soit laissée libre par la ou les plaquettes soudées sur l'autre face.
- 2/ Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les
- 20 plaquettes piézoélectriques (4, 6) ont toute une même longueur, les espaces laissés libre par les plaquettes sur chaque face de la lame métallique (2) ayant la même longueur, la ou les plaquettes soudées sur une face de la lame occupant les espaces laissés libres par la ou les plaquettes soudées sur l'autre face, le nombre de plaquettes étant le même sur les deux faces
- 25 de la lame.
- 3/ Dispositif selon la revendication 2, caractérisé par le fait qu'il comporte une seule plaquette piézoélectrique (4, 6) sur chaque face de la lame métallique (2).

FIG.1

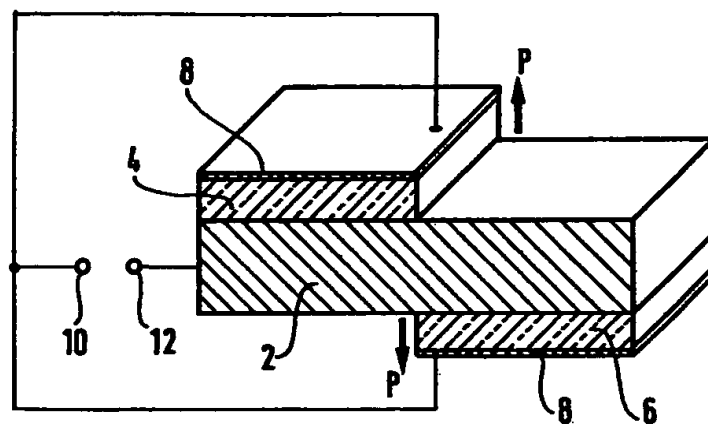


FIG.2

